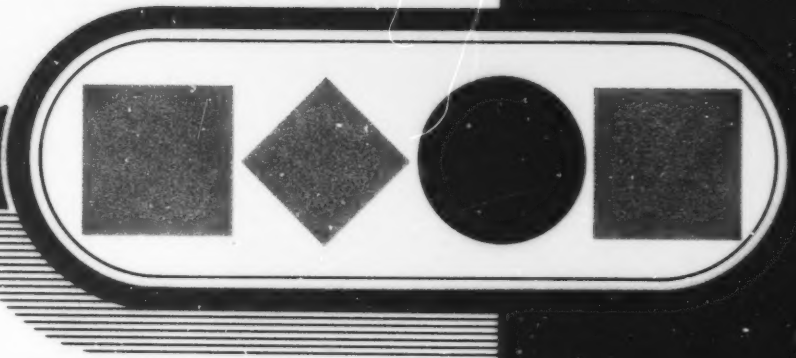
R

l'énergie



Québec

85-4089/

Table des matières

PRINCIPES

- Considérer la gestion de la circulation comme une tâche essentielle *5*
- Adopter une approche intégrée *5*
- Partir des réalités locales *6*
- Viser la souplesse de la circulation *7*

MOYENS

- Réglage adéquat des feux *9*
- Élimination de la signalisation superflue *10*
- Établissement de sens uniques *11*
- Implantation de voies réversibles *12*
- Étude des virages *13*
- Autres mesures *13*
- Tableau sommaire *14*

Avant-propos

Les moyens que nous vous proposons dans cette brochure pour régler la circulation et économiser l'énergie ne sont pas nouveaux. La plupart appartiennent déjà à la panoplie technique de l'ingénieur municipal. Mais d'être en partie connus ne les rend pas moins importants...

Nous avons préparé cette brochure à l'intention des petites et des moyennes municipalités en nous inspirant largement, dans un esprit de collaboration interprovinciale, d'un document publié en août 1981 par l'Ontario sous le titre de **Energy Conservation Through Traffic Management.**

Bureau des économies d'énergie, Montréal, Mai 1984, avec la participation de Douglas Whitehead, ingénieur.

Principes

CONSIDÉRER LA GESTION DE LA CIRCULATION COMME UNE TÂCHE ESSENTIELLE

Au Québec, le transport consomme à lui seul presque autant de pétrole que les secteurs résidentiel, industriel et commercial réunis. Cela représente quatre milliards de dollars par année. Une telle consommation, coûteuse pour l'économie, rend problématique notre autonomie énergétique.

Le potentiel d'économies d'énergie dans le transport interurbain est considérable. Mais c'est probablement à l'intérieur même des municipalités que se retrouvent les occasions immédiates d'économiser les plus intéressantes. La circulation étant très dense aux heures de pointe, il suffirait que les voyageurs changent de mode de transport pour que des économies substantielles soient réalisées.

Une bonne gestion de la circulation ne fait pas qu'économiser le pétrole pour la collectivité. Elle permet aussi une réduction du bruit et de la pollution de l'air, favorise la sécurité routière et aide les voyageurs à réaliser des économies en temps et en argent. Elle permet de garder dans l'économie québécoise les sommes qui iraient aux fournisseurs de pétrole étrangers. Elle dispense les municipalités d'investir autant dans la construction de routes, leur permettant ainsi de se payer des améliorations dans d'autres secteurs. En somme, les économies d'énergie en transport ne sont pas seulement bonnes pour l'ensemble de la collectivité québécoise, mais elles profitent aussi à chacune des municipalités.

Régler la circulation n'est pas le seul moyen d'économiser l'énergie. D'autres mesures, comme l'amélioration du transport en commun, le covoiturage, les aménagements piétonniers et cyclistes, la gestion des parcs de véhicules ainsi que l'amélioration de la construction et l'entretien des routes peuvent avoir un impact important. Mais nous ne les abordons pas directement dans cette brochure.

ADOPTER UNE APPROCHE INTÉGRÉE

D'habitude, on cherche à contrôler la circulation pour éliminer les embouteillages et faciliter l'écoulement des véhicules. On espère ainsi

- *une diminution des accidents et des pertes de temps;*
- *une réduction de la pollution de l'air et de la pollution sonore;*
- *un environnement plus propice à la marche et à la détente;*

- *possiblement, un étalement des immobilisations requises pour augmenter la capacité des rues.*

Mais ce ne sont pas là les seuls effets qu'il faut attendre d'un contrôle de la circulation. Les mesures de contrôle préviennent aussi la conduite par à-coups et réduisent les périodes où le moteur tourne à vide, s'attaquant ainsi à deux sources importantes de gaspillage d'énergie. Dans une ville de 100 000 habitants, par exemple, les arrêts peuvent représenter une dépense annuelle de deux millions de dollars. Il est donc logique que la conservation de l'énergie devienne un élément fondamental dans la prise de décision en matière de circulation. À mesure que le coût de l'énergie augmente, il est possible que des mesures, jugées prohibitives, il y a quelques années, soient dorénavant justifiées. De plus, comme le schéma d'écoulement de la circulation évolue — par exemple, avec l'implantation d'un centre commercial — il faut mettre à jour les techniques appliquées au contrôle de la situation de sorte qu'elles conviennent toujours aux besoins locaux courants, y compris celui d'économiser l'énergie.

Il faut éviter d'aborder les problèmes de circulation à la pièce. Seule une approche globale assure une évolution équilibrée. Par exemple, il faut se garder de favoriser indûment l'automobile aux dépens du transport en commun. On y parviendra en intégrant au plan global des mesures telles les voies réservées aux autobus, les voies piétonnes et cyclistes, des conditions de stationnement contraignantes et des tarifs favorisant les transports collectifs.

PARTIR DES RÉALITÉS LOCALES

Avant de procéder au choix de mesures de contrôle de la circulation, une municipalité doit bien connaître sa situation et analyser les besoins du milieu et les conditions locales de circulation. Elle doit aussi prendre en considération l'impact prévisible de chaque mesure et leur rendement total. C'est alors seulement qu'elle pourra établir la rentabilité relative des diverses mesures et déterminer la combinaison qui donnera les meilleurs résultats chez elle.

La municipalité doit avoir une approche globale. On ne peut mesurer l'impact réel d'une mesure donnée si l'on ne tient compte à la fois de son effet sur la consommation et du nombre d'endroits où elle peut être appliquée dans la municipalité. Ainsi, une mesure A, qui permet une économie d'énergie de 20% mais n'est applicable qu'en trois endroits, se révèle moins intéressante que la mesure B qui rend possible 10% d'économies à 40 endroits différents.

De la même façon, la municipalité se méfiera des solutions trop faciles. En installant des stops aux quatre coins d'un carrefour, la municipalité répond certes à un besoin de sécurité exprimé par les citoyens. Mais d'autres moyens lui auraient permis d'assurer tout autant leur sécurité tout en étant moins énergivores.

Signalons que certaines municipalités du Québec ont déjà entrepris d'intégrer la dimension énergétique au contrôle de la circulation. Elles accepteront sûrement de partager leur expérience. Mais la municipalité qui les consultera ne devra pas oublier qu'elle ne peut appliquer automatiquement chez elle les solutions d'une autre municipalité: l'efficacité d'un plan dépend de son adaptation aux conditions locales.

VISER LA SOUPLESSE DE LA CIRCULATION

Il s'agit ici d'un principe fort simple selon lequel régler la circulation et économiser l'énergie consistent essentiellement à remplacer des véhicules qui roulent vite et par à-coups par des véhicules qui roulent lentement mais de façon ininterrompue. En d'autres termes, on vise un écoulement en souplesse des véhicules.

Le potentiel d'économie d'énergie est ici saisissant. Un véhicule qui roule vite entre les arrêts — à 100 km/hre, par exemple — et qui s'arrête en moyenne une fois par kilomètre consomme 20,7 l aux 100 km. Si on le fait rouler constamment à 50 km/hre en éliminant les arrêts, il obtient une consommation de 10,5 l aux 100 km.

On peut en effet réduire sa consommation substantiellement en réduisant sa vitesse entre les arrêts ou en éliminant les arrêts. Mais ce qui est encore mieux, c'est à la fois de réduire la vitesse et d'éliminer les arrêts. On peut ainsi épargner ***près de la moitié*** de la consommation dans certains cas (voir le tableau qui suit).

La consommation de carburant selon la vitesse et le nombre d'arrêts

véhicules légers

Vitesse régulière entre les arrêts (km/h)	Nombre d'arrêts sur 100 km	Consommation approximative aux 100 km pour		
		Entretenir la vitesse indiquée	Reprendre la vitesse indiquée après chaque arrêt*	Total
50	0	10,5	0	10,5
50	100	10,5	3,5	13,5
100	0	13,0	0	13,0
100	100	13,0	7,7	20,5

* consommation additionnelle

Source: **Energy Conservation Through Traffic Management**
Ontario Ministry of Transportation and Communications. Downsview, Ontario. August 1981.

Moyens

Nous vous proposons maintenant quelques moyens pour régler la circulation et économiser l'énergie. Ce sont principalement

- *le réglage adéquat des feux;*
- *l'élimination de la signalisation superflue;*
- *l'établissement de sens uniques;*
- *l'implantation de voies réversibles;*
- *la réglementation des virages.*

RÉGLAGE ADÉQUAT DES FEUX

Grâce aux nouvelles technologies, on peut régler et synchroniser les feux plus efficacement et réaliser des économies d'énergie notables.

Un mauvais minutage des feux et l'absence de synchronisation peuvent aggraver la congestion, causer des arrêts inutiles et faire tourner les moteurs à vide, ce qui constitue trois sources de gaspillage d'énergie. Que le système de feux soit sophistiqué ou non, il importe donc d'en réexaminer régulièrement le minutage et plus particulièrement le phasage et la synchronisation s'il y a lieu.

Et cette règle est valable même à propos d'un simple feu à cycle fixe pour lequel on doit procéder à une évaluation périodique et déterminer s'il convient toujours aux besoins. Il est utile de garder à l'esprit qu'un feu comporte trois variables: un ***cycle*** comportant un certain nombre de ***phases*** dont la ***durée*** est plus ou moins longue. Ainsi, on peut modifier l'importance relative des différentes ***phases*** à l'intérieur du cycle fixe. On peut aussi adopter un ***cycle*** variable, c'est-à-dire un cycle dont les durées varient en fonction des heures de pointes et des périodes creuses. Enfin, on peut augmenter le nombre de ***phases*** en ajoutant des phases réservées aux piétons et aux virages.

La plupart du temps, il faudra envisager des options affectant les trois variables à la fois. À une intersection donnée, y a-t-il lieu de recourir à des phases additionnelles réservées aux piétons et/ou aux virages, qui ne fonctionneraient qu'aux heures de pointe (à la sortie des écoliers, par exemple)? La mise en marche de ces phases sera-t-elle commandée par un bouton poussoir, une boucle de détection, une horloge ou encore sera-t-elle enclenchée par un préposé? D'une façon générale, il peut y avoir avantage, à certains carrefours à trois ou à quatre phases, à ne pas utiliser constamment toutes les phases.

Toujours au niveau des feux pris individuellement, on trouve maintenant sur le marché des appareils de contrôle à microprocesseurs d'une grande flexibilité, qui permettent de tirer un parti optimal des phases possibles, des durées et d'un cycle variable. Par ailleurs, il existe des logiciels d'optimisation qu'on peut utiliser sur un ordinateur ou un micro-ordinateur afin de faciliter le minutage d'un ou de plusieurs feux.

Dans une municipalité d'une certaine importance, il devient intéressant d'interconnecter les feux qui deviennent, de ce fait, interactifs. On relie plusieurs intersections à un micro-ordinateur qui sert de contrôleur principal. On peut ainsi élaborer un plan d'ensemble où le minutage est prédéterminé, mais ajustable périodiquement selon l'heure et les intersections individuelles ou les groupes d'intersections, ou selon des conditions variables de circulation telles que détectées et traitées par l'ordinateur.

Quant à l'interconnexion proprement dite, de nouvelles possibilités permettent d'en réduire le coût. Mentionnons, par exemple, les systèmes d'interconnexion sans fil et les systèmes digitaux adaptés aux circuits téléphoniques.

Rappelons que tous ces systèmes visent une circulation bien articulée, fluide et énergétiquement économique. Parmi les avantages des systèmes coordonnés, on note:

- *une réduction pouvant atteindre 20% de l'énergie consommée par les véhicules directement touchés;*
- *une augmentation de la vitesse effective moyenne pouvant aller jusqu'à 40%;*
- *une réduction correspondante de la pollution de l'air et une réduction éventuelle du nombre d'accidents.*

Quel que soit le degré de sophistication des systèmes mis en œuvre, les mesures doivent s'accompagner d'actions complémentaires (stationnement restrictif et voies réservées aux véhicules collectifs) afin d'éviter que les changements qui facilitent la circulation n'entraînent un accroissement dans l'utilisation des automobiles dont la capacité et le taux d'occupation sont généralement faibles.

L'ÉLIMINATION DE LA SIGNALISATION SUPERFLUE

La signalisation peut être allégée afin de réduire le coût énergétique des arrêts et des départs

Un véhicule consomme de l'énergie quand son moteur tourne à vide et quand il redémarre, de sorte que toute mesure qui supprime des arrêts ou diminue leur durée épargnera de l'énergie. Voici quelques options.

STOPS AUX 4 COINS: Ces stops sont particulièrement énergivores et ils peuvent souvent être avantageusement remplacés par un «stop double» (ou par un «stop triple» ou encore un «stop simple»);

STOP OU «CÉDEZ»: En remplaçant un «stop» par un «cédez», on peut réduire de 25% l'énergie consommée à l'intersection. D'autres économies peuvent s'obtenir en supprimant certains «cédez». Il ne faut toutefois pas oublier qu'un «cédez» requiert une excellente visi[illegible]

FEUX CYCLIQUES: On peut à certains endroits remplacer les feux à cycle fixe, du moins à certaines heures, par un clignotant jaune sur la voie principale combiné à un rouge sur la voie secondaire. Noter toutefois que les feux semi-commandés offrent les mêmes avantages que les clignotants.

FEUX OU STOPS: Là où la circulation a décru, on peut substituer des stops aux feux. Notons qu'avec un stop aux quatre coins, la consommation énergétique augmente d'ordinaire, mais qu'elle décroît avec un stop double.

Toutefois, il importe de bien étudier au préalable l'effet attendu des modifications du système de signalisation si l'on veut obtenir une baisse de la consommation tout en conservant à tout le moins un même niveau de sécurité. On peut en effet augmenter les accidents en implantant un mauvais signal au mauvais endroit et de la mauvaise manière. Les mesures de contrôle de la circulation peuvent aussi protéger le voisinage. Par exemple, on installe une série de «stops aux quatre coins» afin de réduire la vitesse à un niveau sécuritaire dans les rues résidentielles ou pour canaliser la circulation aux abords de ces rues. Ailleurs, on prend des mesures pour protéger et privilégier les piétons. Ce sont là des motifs légitimes; toutefois, il faut d'abord examiner les moyens raisonnables d'atteindre ces objectifs.

Quand les moyens de contrôle de la circulation sont mis en place pour d'autres raisons que le simple contrôle, il importe de faire participer les organismes communautaires et les citoyens au processus de décision. Les besoins de la collectivité et l'objectif d'économies d'énergie sont le plus souvent conciliables. Un «cédez» contrôle aussi bien la vitesse qu'un quadruple stop et un feu à bouton pour piétons, comportant un délai raisonnable, rend le même service qu'un feu à temps fixe. La plupart du temps, on n'a pas à choisir entre protection du voisinage et conservation de l'énergie: l'un et l'autre peuvent parfaitement coexister.

Fait important à noter: on ne rapporte aucune différence dans le nombre d'accidents quand la signalisation est réduite à un niveau approprié (par exemple, quand on substitue un «cédez» à un stop).

ÉTABLISSEMENT DE SENS UNIQUES

Un système de sens uniques économise l'énergie en supprimant les embouteillages et en augmentant la fluidité du trafic

Un réseau de rues bouchées et congestionnées, surtout au centre-ville, entraîne de grandes consommations de carburant. Là où l'aménagement existant le permet, la conversion d'un réseau de voies à double sens en un système à sens unique diminue de façon significative les embouteillages et, par surcroît, permet d'améliorer la synchronisation des systèmes de signalisation coordonnés.

La mise en oeuvre d'un réseau de sens uniques présente aussi comme avantages

- ***une réduction de la consommation d'énergie pouvant atteindre 25%;***
- ***un accroissement de la capacité du***

réseau pouvant aller jusqu'à 50%;
- *une réduction correspondante de la pollution et une réduction du nombre d'accidents.*

Plusieurs facteurs sont à considérer avant d'établir un système de sens uniques dans une localité donnée.

Premièrement, il se peut que les sens uniques, en augmentant les distances, annulent certains des avantages attendus. Il faut tenir compte du résultat net.

Deuxièmement, une plus grande fluidité de la circulation peut inciter plus de gens à utiliser leur voiture. Cet inconvénient peut être contré en raréfiant le stationnement ou en le rendant plus coûteux.

Finalement, les commerçants de l'endroit peuvent s'inquiéter de l'impact d'un système de sens unique sur l'activité économique, bien que rien n'indique que cet impact soit généralement négatif. Il importe néanmoins de mêler les milieux d'affaires à l'examen et à l'évaluation de toute proposition pour s'assurer que l'impact soit perçu localement comme acceptable.

L'IMPLANTATION DE VOIES RÉVERSIBLES

Les voies à sens réversibles réduisent les embouteillages et les gaspillages d'énergie en permettant de tirer meilleur parti de l'espace routier

En ville, à l'heure de pointe matinale, les voies de circulation vers le centre-ville sont ordinairement surchargées tandis que celles qui vont en sens inverse sont relativement libres. En fin de journée, c'est habituellement l'inverse. En établissant une ou plusieurs voies à sens réversibles, on réduit les embouteillages et la consommation énergétique.

En général, les voies réversibles devraient intéresser les villes de 100 000 habitants ou plus. On les implante normalement sur les routes à 3 ou 5 voies, afin de disposer d'au moins une voie dans chaque sens à tout moment. On peut aussi «renverser» une rue entière quelle que soit sa longueur. Mais la tâche est plus complexe, bien que les résultats puissent être avantageux.

Les sens réversibles sont globalement positifs. En plus d'améliorer la circulation, ils permettent

- *une réduction de l'énergie consommée par les véhicules directement touchés pouvant atteindre 15%;*
- *une réduction dans les émissions de gaz pouvant aller jusqu'à 15%;*
- *une réduction dans les retards attribuables aux embouteillages pouvant atteindre 25%.*

Comme c'est le cas pour plusieurs des mesures présentées dans cette brochure, les sens réversibles peuvent entraîner une plus grande circulation automobile, puisque les temps de parcours et le confort sont améliorés. Ce risque peut être atténué par l'implantation de mesures comme des voies réservées aux véhicules à plusieurs occupants.

Les sens réversibles exigent souvent des interdictions de stationner ou de virer à gauche, particulièrement si le sens de pointe est en voie simple. Ils requièrent

aussi la coopération des groupes et organismes touchés (transporteurs, police, service d'ambulance, résidents et milieux d'affaires). Enfin, la mise en oeuvre des sens réversibles requiert manifestement une signalisation élaborée et une publicité de lancement intensive.

ÉTUDE DES VIRAGES

Les voies réservées aux virages et les restrictions de virage réduisent les gaspillages d'énergie en diminuant les embouteillages aux intersections

Quand la circulation est dense, les véhicules attendent souvent longtemps avant d'effectuer un virage à gauche. De même, les véhicules qui veulent virer à droite attendent que les piétons aient fini de traverser. Quand le véhicule qui veut tourner attend, les autres qui le suivent en font autant, les moteurs tournent à vide et gaspillent l'énergie.

Deux solutions sont possibles. On peut soit augmenter le nombre de voies à cet endroit et aménager un espace d'attente pour ceux qui virent, soit appliquer des intersections de virage à certaines heures. L'augmentation du nombre de voies s'effectue en éliminant le stationnement en amont et en aval du carrefour et/ou en élargissant la rue. Cela a pour effet, entre autres:

- *de réduire la consommation à l'intersection touchée jusqu'à 20% en période de pointe;*
- *de diminuer d'environ 5% les émissions de gaz;*
- *de diminuer le nombre d'accidents et les retards.*

Quant aux intersections de virage, elle permettent

- *de réduire de 4% la consommation à l'intersection touchée;*
- *et de réduire les embouteillages, le nombre d'accidents et les émissions de gaz.*

À supposer que les virages soient assez nombreux pour justifier des voies de virage, les contraintes principales seront sans doute les disponibilités d'espace et de fonds. Ces contraintes ne s'appliquent pas aux intersections de virer à propos desquelles il importe toutefois d'évaluer, pour chaque interdiction, l'augmentation de consommation qui découle du détour imposé. La plupart du temps, l'effet net sera positif mais pas nécessairement. De plus, les détours peuvent avoir un impact sur les rues résidentielles. Les résidents touchés pourront possiblement participer utilement au processus de décision.

AUTRES MESURES

Il existe divers autres moyens pour diminuer les embouteillages et les kilométrages inutiles

Certaines de ces mesures sont fort simples, tandis que d'autres relèvent d'un haut degré de sophistication. Voici trois exemples très différents.

SIGNALISATION ROUTIÈRE — Des panneaux trop petits, mal entretenus et peu visibles font que les gens se perdent, accumulent le kilométrage inutile et gaspillent l'énergie. Un lettrage net et clair, une localisation standardisée et une bonne visibilité contribuent à solutionner ces problèmes, surtout dans les villes de plus de 100 000 habitants. De même, une identification claire des parcours interurbains à travers la ville peut réduire la quantité de carburant gaspillé par les véhicules égarés.

STATIONNEMENT RESTRICTIF — Des contraintes de stationnement aux heures de pointe sur les rues très achalandées offrent un potentiel intéressant quand il s'agit de réduire les embouteillages et les arrêts ruineux. Supportées par une surveillance policière adéquate, ces mesures économisent l'énergie. De plus, dans certains cas, les restrictions peuvent entraîner un effet secondaire intéressant: en conditionnant l'accès au stationnement, on encourage le recours au transport en commun et au covoiturage.

CIRCULATION AUTOROUTIÈRE — Dans les régions métropolitaines, il n'est pas rare que des autoroutes traversent la région urbaine. Cette catégorie de circulation doit être gérée comme les autres. Certaines mesures sont manifestement indiquées, comme une détection et un secours rapides en cas de panne ou d'accident (pour dégager la voie), l'émission continue de rapports de circulation et l'emploi d'enseignes à messages interchangeables (pour détourner les véhicules des parcours encombrés). On trouve aussi des mesures plus sophistiquées, tel le contrôle des bretelles d'accès. C'est ainsi qu'on prévient l'embouteillage sur l'autoroute, qu'on économise l'énergie et qu'on prévient les accidents.

TABLEAU SOMMAIRE

On trouvera à la page suivante un tableau donnant le coût relatif et les perspectives d'économies d'énergie attribuables aux différentes mesures mentionnées dans la présente brochure.

Notons en particulier les économies suivantes:

- *les systèmes informatisés de contrôle de la circulation peuvent faire économiser jusqu'à 20% de l'énergie dépensée par les véhicules directement affectés; ces systèmes conviennent aux villes de 50 000 habitants ou plus;*
- *en substituant aux panneaux* «stop» des panneaux *«cédez», on peut économiser plus de 25% de l'énergie dépensée à certaines intersections;*
- *l'élargissement des intersections pour faciliter le désengagement des voitures qui virent peut faire économiser 20% de l'énergie en période de pointe à cet endroit;*
- *en établissant des voies réversibles, on peut économiser jusqu'à 15% de l'énergie consommée par les véhicules directement touchés, sans nécessairement accroître le risque d'accident.*

Si l'on supposait en théorie qu'on parvienne à appliquer avec succès à une même cirulation chacune des quatre mesures mentionnées ci-haut, on pourrait obtenir un potentiel combiné d'économies d'énergie de 59%.* En réalité, on aura remarqué que chaque composante ne

* 100 — (80/100 × 75/100 × 80/100 × 85/100) = 59

touche qu'un segment d'une circulation donnée. Il reste que cela évoque des perspectives d'économies fort alléchantes.

Moyens de régler la circulation et d'économiser l'énergie

Mesure	Coût relatif	Réduction de la consommation de carburant pour les véhicules directement touchés
Chronologie des feux	Modeste	6%
Coordination des feux	Moyen à élevé	de 5 à 20%
Substitution de signaux	Modeste	réduction
Feux clignotants ou semi-commandés	Modeste	réduction
Système de sens unique	Modeste à moyen	de 5 à 25%
Réaménagement des intersections	Modeste à moyen	20%
Restriction des virages	Modeste	4%
Voies réversibles	Modeste à moyen	réduction
Amélioration des indications de parcours	Modeste	réduction
Contrôle des autoroutes	Élevé	réduction

Source: Energy Conservation Through Traffic Management, Ministry of Transportation and Communications, Downsview, Ontario, August 1981.

Publié par
la Direction des communications
Ministère de l'Énergie et des Ressources
200, chemin Sainte-Foy
Québec, G1R 4X7

ISBN-2-550-11288-1
Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec
3e trimestre 1984

E-145